

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-78568

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月24日

(51) Int. Cl. ⁶
G02F 1/035

識別記号 庁内整理番号

F I
G02F 1/035

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平8-235451

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月5日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 伊藤 知幸

北海道札幌市中央区北一条西2丁目1番地
富士通北海道デジタル・テクノロジー株
式会社内

(72) 発明者 高松 久志

北海道札幌市中央区北一条西2丁目1番地
富士通北海道デジタル・テクノロジー株
式会社内

(74) 代理人 弁理士 松本 昂

最終頁に続く

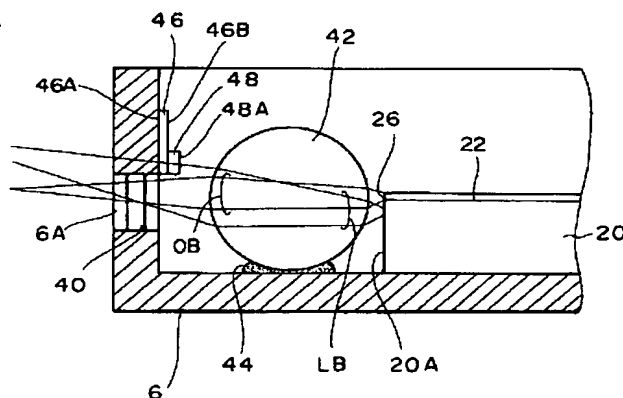
(54) 【発明の名称】 光変調器モジュール

(57) 【要約】

【課題】 本発明は光源からの光を変調するための光変調器モジュールに関し、漏洩ビームによる光パワーのモニタリングを可能にする製造性に優れた上記モジュールの提供を課題とする。

【解決手段】 マッハツェンダ型の光導波構造22と、光導波構造22から出力ビームOBが得られる結合モードと漏洩ビームLBが光導波構造22からそれる漏洩モードとを切り換えるための手段と、漏洩ビームLBを受ける受光面48Aを有するフォトディテクタ48と、受光面48Aが光導波構造22に密着しないように漏洩ビームLBのビームパラメータを変換する手段(42)とから構成する。

第1実施形態を示す部分断面図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力ポートが受けた光を変調して変調された光を出力ポートから出力する光変調器モジュールであって、

上記入力ポート及び出力ポートにそれぞれ動作的に接続される第 1 端及び第 2 端と該第 1 端及び第 2 端にそれぞれ接続される第 1 Y 部及び第 2 Y 部と該第 1 Y 部及び第 2 Y 部の間に接続される第 1 パス及び第 2 パスとを有する光導波構造と、

上記第 2 Y 部を通過する光が上記第 2 端に供給される結合モードと上記通過する光が上記光導波構造からそれて漏洩ビームを生じさせる漏洩モードとを切り換えてそれにより上記変調された光が上記第 2 端から出力されるように上記第 1 パス及び第 2 パスの少なくともいずれか一方に電界を印加するための駆動手段と、

上記漏洩ビームを受ける受光面を有するフォトディテクタと、

上記受光面が上記光導波構造に密着しないように上記漏洩ビームのビームパラメータを変換する手段とを備えた光変調器モジュール。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光変調器モジュールであって、

上記光導波構造は誘電体チップにより提供され、
上記駆動手段は上記誘電体チップ上で上記第 1 及び第 2 パスにそれぞれ並設される第 1 及び第 2 の電極を含む光変調器モジュール。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の光変調器モジュールであって、

上記第 1 及び第 2 の電極に動作的に接続され上記結合モードと上記漏洩モードの有効な切換がなされるように上記フォトディテクタの出力信号に基づき動作点を制御する手段を更に備えた光変調器モジュール。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の光変調器モジュールであって、

上記誘電体チップはリチウムナイオベートからなる光変調器モジュール。

【請求項 5】 請求項 2 に記載の光変調器モジュールであって、

上記誘電体チップは上記第 2 端と実質的に同一平面上の端面を有し、上記漏洩ビームは上記端面から放射され、
上記第 2 端に対向する開口を有し上記誘電体チップがその内部に收容されるパッケージを更に備えた光変調器モジュール。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光変調器モジュールであって、

上記変換する手段は上記誘電体チップと上記開口の間に設けられるコモンレンズを含み、

上記第 2 端からの上記変調された光は上記コモンレンズにより集束されて上記開口を通過し、
上記漏洩ビームは上記コモンレンズにより集束されて上

記受光面に入射する光変調器モジュール。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の光変調器モジュールであって、

上記フォトディテクタは上記受光面が上記開口の上部に位置するように設けられる光変調器モジュール。

【請求項 8】 請求項 5 に記載の光変調器モジュールであって、

上記変換する手段は上記誘電体チップと上記開口の間に設けられ第 1 及び第 2 のレンズエレメントを有するアレイレンズを含み、

上記第 2 端からの上記変調された光は上記第 1 のレンズエレメントにより集束されて上記開口を通過し、

上記漏洩ビームは上記第 2 のレンズエレメントにより集束されて上記受光面に入射する光変調器モジュール。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の光変調器モジュールであって、

上記フォトディテクタは上記受光面が上記開口の下部に位置するように設けられる光変調器モジュール。

【請求項 10】 請求項 5 に記載の光変調器モジュールであって、

上記フォトディテクタが固着される第 1 面及び上記パッケージ又は上記誘電体チップに固着される第 2 面を有するセラミック基板を更に備えた光変調器モジュール。

【請求項 11】 請求項 5 に記載の光変調器モジュールであって、

上記変換する手段は上記開口を封止するための窓部材を含み、

該窓部材は上記第 2 端からの上記変調された光を透過させる第 1 面と上記漏洩ビームを反射させる第 2 面とを有している光変調器モジュール。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の光変調器モジュールであって、

上記フォトディテクタは上記受光面が上記誘電体チップの端面と反対側を向くように設けられる光変調器モジュール。

【請求項 13】 請求項 5 に記載の光変調器モジュールであって、

上記変換する手段は上記開口に沿って上記パッケージに固着されるリング部材を含み、

該リング部材は概略円錐形の一部をなす反射面を有しており、

上記第 2 端からの上記変調された光は上記リング部材の内側及び上記開口を通過し、

上記漏洩ビームは上記反射面で反射して上記受光面に入射する光変調器モジュール。

【請求項 14】 請求項 13 に記載の光変調器モジュールであって、

上記フォトディテクタは上記受光面が上記誘電体チップの端面と反対側を向くように設けられる光変調器モジュール。

【請求項 1 5】 請求項 5 に記載の光変調器モジュールであって、
上記開口を封止するための窓部材を更に備え、
上記変換する手段は、上記誘電体チップの端面に固着され上記漏洩ビームの偏光面を 90° 回転させる $1/2$ 波長板と、上記窓部材に積層された光学膜とを含み、
上記漏洩ビームは上記光学膜で反射して上記受光面に入射する光変調器モジュール。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 に記載の光変調器モジュールであって、
上記フォトディテクタは上記受光面が上記誘電体チップの端面と反対側を向くように設けられる光変調器モジュール。

【請求項 1 7】 請求項 1 に記載の光変調器モジュールであって、
上記変換する手段は、上記変調された光及び上記漏洩ビームのいずれか一方の偏光面を 90° 回転させる旋光手段と、上記漏洩ビームの光路を上記変調された光の光路から分離するための複屈折結晶とを含む光変調器モジュール。

【請求項 1 8】 請求項 1 7 に記載の光変調器モジュールであって、
上記光導波構造は上記第 2 端と実質的に同一平面上の端面を有する誘電体チップにより提供され、
上記漏洩ビームは上記端面から放射され、
上記旋光手段は上記端面に固着される $1/2$ 波長板からなり、
上記複屈折結晶は上記 $1/2$ 波長板を通過した上記漏洩ビームが常光線及び異常光線のいずれか一方になるように配置される光変調器モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般的に、光源からの光を変調するための光変調器モジュールに関し、更に詳しくは、光パワーのモニタリングを行なうための上記モジュールの構造に関する。

【0002】 光ファイバ通信システムにおいては、変調速度が増大してきた。レーザダイオードの直接強度変調では、波長チャープが問題である。チャープは、信号光が色分散（波長分散）のある光ファイバを通過するときに波形の歪みを引き起こす。ファイバ損失の観点からは、シリカファイバに適用されるのに最も望ましい波長は $1.55\mu\text{m}$ である。この波長では、ノーマルなファイバは大体 18ps/km/nm の色分散を持っている。これは伝送距離を制限する。この問題をさけるために、外部変調器として使用される光変調器モジュールに対する期待が高まっている。

【0003】

【従来の技術】 実用的な外部変調器として、LiNbO₃ 基板を用いたマッハツェンダ型の光変調器（LN 変調

器）が開発された。光源からの一定強度のキャリア光が LN 変調器に供給され、光の干渉を用いたスイッチング動作によって、強度変調された光信号が得られる。

【0004】 しばしば指摘される LN 変調器の欠点は、動作点ドリフトを生じさせることである。動作点ドリフトに対処するために、LN 変調器から出力される光のパワーがモニタリングされ、その結果得られる電気信号に基づいて動作点安定化のための制御が行なわれる。

【0005】

10 【発明が解決しようとする課題】 光変調器が出力する光のパワーをモニタリングするためには、その一部をビームスプリッタにより分岐し、その分岐ビームをフォトディテクタで受ければよい。しかし、この場合、光変調器から出力される光信号のパワーが小さくなり、また、部品点数が多くなって装置が大型化するという問題がある。

【0006】 このような点に鑑み、干渉に際して生じる漏洩ビームを用いて光パワーをモニタリングすることが試みられている（特開平 3 - 1 4 5 6 2 3 号公報）。しかし、漏洩ビームを用いた従来のモニタリング技術においては、漏洩ビームを受けるための受光面或いはファイバ端面を光変調器チップの端面に直接実装しているの

20 で、チップが破損しやすく、光変調器モジュールの製造が容易でないという問題がある。

【0007】 よって、本発明の目的は、漏洩ビームによる光パワーのモニタリングを可能にする製造性に優れた光変調器モジュールを提供することにある。

【0008】

30 【課題を解決するための手段】 本発明のある側面によると、入力ポートが受けた光を変調して変調された光を出力ポートから出力する光変調器モジュールが提供される。

【0009】 光変調器モジュールは、例えば誘電体チップにより提供される光導波構造を有している。光導波構造は、入力ポート及び出力ポートにそれぞれ動作的に接続される第 1 端及び第 2 端と、第 1 端及び第 2 端にそれぞれ接続される第 1 Y 部及び第 2 Y 部と、第 1 Y 部及び第 2 Y 部の間に接続される第 1 パス及び第 2 パスとを有している。

40 【0010】 結合モードと漏洩モードとを切り換えてそれにより変調された光が第 2 端から出力されるようにするために、駆動手段が第 1 パス及び第 2 パスの少なくともいずれか一方に電界を印加する。

【0011】 結合モードでは、第 2 Y 部を通過する光が第 2 端に供給され、これにより光変調器モジュールが出力する光がオンになる。漏洩モードでは第 2 Y 部を通過する光が光導波構造からそれと漏洩ビームを生じさせ、これにより光変調器モジュールが出力する光がオフになる。このようにして、入力ポートが受けた光についての強度変調がなされる。

【 0 0 1 2 】 光変調器モジュールは、更に、漏洩ビームを受ける受光面を有するフォトディテクタと、受光面が光導波構造に密着しないように漏洩ビームのビームパラメータを変換する手段とを有する。ビームパラメータは、例えば、漏洩ビームの方向、偏光状態又は開口数である。

【 0 0 1 3 】 このように本発明の光変調器モジュールは、漏洩ビームのビームパラメータを変換する手段によりフォトディテクタの受光面が光導波構造に密着しないようにしているので、光変調器モジュールの製造性が改善される。また、結合モードと漏洩モードは互いに相補の関係にあるので、漏洩ビームを用いて光パワーのモニタリングが可能になる。

【 0 0 1 4 】 光導波構造が誘電体チップにより提供されている場合には、駆動手段は、誘電体チップ上で第 1 及び第 2 パスにそれぞれ並設される第 1 及び第 2 の電極を含むことができる。望ましくは、結合モードと漏洩モードの有効な切換がなされるように、フォトディテクタの出力信号に基づき動作点を制御する回路が第 1 及び第 2 の電極に動作的に接続される。

【 0 0 1 5 】

【 発明の実施の形態 】 以下、添付図面を参照して本発明の望ましい実施の形態を詳細に説明する。図 1 を参照すると、本発明が適用される光変調器モジュールの外観が示されている。このモジュールは、入力ポート 2 が受けた光を変調して変調された光を出力ポート 4 から出力する。この実施形態では、ポート 2 及び 4 はそれぞれ光コネクタである。

【 0 0 1 6 】 このモジュールは、後述する変調器チップが内蔵されるパッケージ 6 を有している。パッケージ 6 の両端には、ポート 2 及び 4 をそれぞれパッケージ 6 と接続するためのピグテール型のファイバアセンブリ 8 及び 1 0 が設けられている。

【 0 0 1 7 】 パッケージ 6 の一方の側面には、高速信号用のコネクタ 1 2 及び 1 4 が設けられており、他方の側面には低速信号用のコネクタ 1 6 が設けられている。パッケージ 6 を図示しないケース等に固定するために、パッケージ 6 の底部には金具 1 8 が固定されている。

【 0 0 1 8 】 図 2 を参照すると、パッケージ 6 (図 1 参照) 内に内蔵される変調器チップが示されている。この変調器チップは、誘電体チップ 2 0 により提供される光導波構造 2 2 を有している。誘電体チップ 2 0 は例えば LiNbO_3 (リチウムナイオベート) からなり、この場合 Ti (チタン) の熱拡散によって光導波構造 2 2 が得られる。

【 0 0 1 9 】 光導波構造 2 2 は、図 1 の入力ポート 2 及び出力ポート 4 にそれぞれ動作的に接続される第 1 端 2 4 及び第 2 端 2 6 を有している。本出願において、ある要素と他の要素とが動作的に接続されるというのは、これらの要素が直接接続される場合を含み、更に、これら

の要素の間で電気信号又は光信号の受渡しができる程度の関連性を持ってこれらの要素が設けられている場合を含む。

【 0 0 2 0 】 光導波構造 2 2 は、更に、第 1 端 2 4 及び第 2 端 2 6 にそれぞれ接続される第 1 Y 部 2 8 及び第 2 Y 部 3 0 と、Y 部 2 8 及び 3 0 の間に接続される第 1 パス 3 2 及び第 2 パス 3 4 とを有している。

【 0 0 2 1 】 第 1 端 2 4 に供給された光は、第 1 Y 部 2 8 で光パワーが実質的に 2 等分される第 1 及び第 2 のビームに分岐される。第 1 及び第 2 のビームはそれぞれパス 3 2 及び 3 4 により導波され、第 2 Y 部 3 0 で干渉する。

【 0 0 2 2 】 第 2 Y 部 3 0 における第 1 及び第 2 のビーム間の位相差に応じて、第 2 端 2 6 において出力ビームが得られる結合モードと、第 2 Y 部 3 0 から誘電体チップ 2 0 内に漏洩ビームが放射される漏洩モードとが切り換えられる。

【 0 0 2 3 】 第 1 及び第 2 のビーム間の位相差を変化させるために、第 1 パス 3 2 上には接地電極 3 8 が設けられており、第 2 パス 3 4 上には信号電極 3 6 が設けられている。

【 0 0 2 4 】 信号電極 3 6 は、進行波型に構成されており、その入力端 3 6 A はコネクタ 1 2 の内部導体に接続され、出力端 3 6 B はコネクタ 1 4 の内部導体に接続されている。また、コネクタ 1 2 及び 1 4 のシールド並びに接地電極 3 8 は例えばパッケージ 6 (図 1 参照) を介して接地されている。

【 0 0 2 5 】 電極 3 6 及び 3 8 は例えば Au (金) の蒸着により形成される。図示はしないが、誘電体チップ 2 0 と電極 3 6 及び 3 8 との間に Si 及び / 又は SiO_2 からなる安定化用の単一又は複数のバッファ層が設けられていてもよい。

【 0 0 2 6 】 図 3 を参照すると漏洩ビームを更に詳細に説明するために、変調器チップの破断斜視図が示されている。チップ 2 0 は、第 2 端 2 6 と実質的に同一平面上の端面 2 0 A を有している。

【 0 0 2 7 】 第 2 Y 部 3 0 からチップ 2 0 内に放射された漏洩ビームは、LB で示されるように、更に端面 2 0 A から空气中に放射される。また、Y 部 3 0 における干渉の結果生じた出力ビーム OB は、第 2 端 2 6 から空气中に放射される。

【 0 0 2 8 】 図 4 を参照すると、漏洩ビーム LB をモニタリングするための第 1 実施形態が示されている。誘電体チップ 2 0 は、パッケージ 6 の内面に固着されている。パッケージ 6 は、出力ビーム OB を放射する第 2 端 2 6 に対向する開口 6 A を有している。

【 0 0 2 9 】 開口 6 A には、パッケージ 6 の内部を気密に封止するためのサファイア等からなる窓部材 4 0 が設けられている。パッケージ 6 の蓋の図示は省略されている。チップ 2 0 の端面 2 0 A から放射される漏洩ビーム

LBのビームパラメータを変換するために、チップ20と開口6Aの間にコモンレンズ42が設けられている。ここではコモンレンズ42は球レンズでありパッケージ6の内面に接着剤44により固定されている。

【0030】第2端26から放射された出力ビームOBは、コモンレンズ42により集束されて窓部材40を透過し、出力ポート4（図1参照）に導かれる。パッケージ6の内面の開口6Aの上方には、セラミック基板46を介してフォトディテクタ（例えばフォトダイオード）48が設けられている。

【0031】セラミック基板46の底面46Aはパッケージ6の内面に固着され、セラミック基板46の頂面46B上にはフォトディテクタ48の底部が固着されている。フォトディテクタ48はその頂部に受光面48Aを有している。

【0032】チップ20の端面20Aから放射された漏洩ビームLBは、コモンレンズ42により集束されてフォトディテクタ48の受光面48Aに入射する。このように一つのコモンレンズ42を用いて、出力ビームOBの邪魔をせずに漏洩ビームLBのモニタリングが可能なのは、出力ビームOB及び漏洩ビームLBがチップ20の異なる点から放射されているからである。

【0033】尚、コモンレンズ42の大きさは、出力ビームOBの光軸がコモンレンズ42の中心に実質的に一致するように設定されている。これにより、漏洩ビームLBはコモンレンズ42にその中心よりも下の位置から斜めに入射するので、開口6Aの上部に位置するフォトディテクタ48により漏洩ビームLBの一部又は全部を受けることができる。

【0034】この実施形態では、漏洩ビームLBのうちの一部でもフォトディテクタ48の受光面48Aに重なっていれば光パワーのモニタリングが可能になるので、フォトディテクタ48の位置合わせ等が容易であり、モジュールを簡単に製造することができる。また、チップ20の端面20Aには何も固着する必要がないのでチップ20の破損が防止され、製造歩留りが向上する。

【0035】フォトディテクタ48は電気的には図1の低速用のコネクタ16に接続されている。この接続は例えば次のようにしてなされる。セラミック基板46の頂面46B上に導体パターンを形成し、この導体パターンとフォトディテクタ48の出力端子とをボンディングワイヤで接続し、導体パターンとコネクタ16とを適当なリード線により接続するのである。

【0036】このような接続形態によると、フォトディテクタ48のセラミック基板46に対する機械的な固定と電気的な接続とを予め行なってフォトディテクタアセンブリを構成しておき、このアセンブリをパッケージ6の内面に固着することができるので、モジュールの組立が容易になる。

【0037】次に図5を参照して動作点ドリフトについ

て説明する。一般に誘電体チップを用いてなるマッハツェンダ型の光変調器においては、温度変化や経時変化により動作特性曲線がドリフトする（動作点ドリフト）。

【0038】図5において、符号50及び52はそれぞれ動作点ドリフトが生じていない場合における動作特性曲線及び出力光信号波形を表しており、符号54及び56はそれぞれ動作点ドリフトが生じた場合における動作特性曲線及び出力光信号波形を表している。符号58は入力信号（駆動電圧）の波形である。

10 【0039】動作特性曲線は、光パワー（例えば図3の出力ビームOBのトータルパワー）が電圧の増加に対して周期的に増減するものとして表される。従って、入力信号の各論理値に対応して光パワーの極小値及び極大値がそれぞれ得られる電圧 V_0 及び V_1 を用いて前述の結合モードと漏洩モードの有効な切り換えを行なうことによって、効率的な2値変調を行なうことができる。

【0040】動作点ドリフトが生じたときに、電圧 V_0 及び V_1 が一定であると、動作特性曲線の周期性により符号56で示されるように出力光信号の消光比が劣化する。従って、動作点ドリフトが生じたときにそのドリフト量を dV とすると、電圧 V_0 及び V_1 をそれぞれ $(V_0 + dV)$ 及び $(V_1 + dV)$ として動作点ドリフトを補償することが要求される。

【0041】本発明では、動作点ドリフトの安定化制御に漏洩ビームのモニタリングを適用することができる。図6を参照すると図2の変調器チップの動作特性が示されている。与えられた任意の電圧に対して出力ビームOBの光パワーと漏洩ビームLBの光パワーの和は一定である。即ち、出力ビームOBと漏洩ビームLBは互いに相補の関係にある。

【0042】従って、図2の変調器チップが動作している状態においては、出力ビームOBの平均光パワーは漏洩ビームLBの平均光パワーに反映されるのである。図7を参照すると、本発明の光変調器モジュール60を有する光送信機が示されている。レーザダイオードモジュール等の光源60からの一定強度のキャリア光が入力ポート2に供給される。

【0043】変調回路62は、入力信号の論理レベルに対応して出力ポート4から出力する光がオン／オフするような位相変化が光パス32及び34（図2参照）の導波光に与えられるように、高速の駆動電圧信号（変調信号）をキャパシタ64を介してコネクタ12に供給する。

【0044】動作点制御回路66は、漏洩ビームのパワーに対応するコネクタ16の出力信号を受け、この出力信号に基づき動作点ドリフトを検出して、図5により説明した原理に従って動作点が動作特性曲線に対して一定の関係を有するような位相変化がパス32及び34の導波光に与えられるように、制御された直流のバイアス電圧を発生する。バイアス電圧はインダクタ68を介して

コネクタ 1 4 に与えられる。コネクタ 1 4 を高周波的に終端するために、キャパシタ 7 0 及び終端抵抗 7 2 が直列でコネクタ 1 4 に接続される。

【 0 0 4 5 】この光送信機においては、光変調器 6 0 の動作点が常に最適に安定化されるので、動作点ドリフトに起因する出力波形の劣化或いは出力波形の反転を防止して伝送品質を向上させることができる。

【 0 0 4 6 】尚、動作点制御回路 6 6 は、例えば、発振器からの低周波信号を高速の変調信号に重畳する手段と、低周波信号を参照信号としてコネクタ 1 6 の出力信号を同期検波する手段と、同期検波の結果得られた DC 信号が一定になるようにバイアス電圧を制御する手段とから構成することができる。

【 0 0 4 7 】図 8 を参照すると、本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 2 実施形態が示されている。この実施形態は、図 4 の第 1 実施形態と対比して、コモンレンズ 4 2 に代えてアレイレンズ 7 4 が用いられている点で特徴づけられる。

【 0 0 4 8 】アレイレンズ 7 4 はパッケージの開口 6 A と誘電体チップ 2 0 との間に設けられており、その上部及び下部にそれぞれレンズエレメント 7 6 及び 7 8 を一体に有している。

【 0 0 4 9 】出力ビーム O B はレンズエレメント 7 6 により集束されて窓部材 4 0 を透過し、漏洩ビーム L B はレンズエレメント 7 8 により集束されてフォトディテクタ 4 8 の受光面 4 8 A に入射する。

【 0 0 5 0 】フォトディテクタ 4 8 は、パッケージ 6 の内面の開口 6 A の下方にセラミック基板 4 6 を介して固定されている。このようなアレイレンズ 7 4 の採用により、図 4 の第 1 実施形態と対比して、出力ビーム O B の光軸と漏洩ビーム L B の光軸とが開口 6 A と誘電体チップ 2 0 との間で交差しなくなり光軸同士ほぼ平行になるので、開口 6 A の下方に位置するフォトディテクタ 4 8 により漏洩ビーム L B の一部又は全部を受けることができる。

【 0 0 5 1 】尚、アレイレンズ 7 4 は例えばプレスにより作製される複数の非球面レンズを有している。図 9 を参照すると、本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 3 実施形態が示されている。ここでは、パッケージの開口 6 A は第 1 及び第 2 実施形態と異なる形状の窓部材 8 0 により密閉されている。即ち、窓部材 8 0 は漏洩ビーム L B の一部又は全部を反射させるための傾斜した反射面 8 0 A を有している。

【 0 0 5 2 】図示された例では、反射面 8 0 A は窓部材 8 0 の外側に形成されているが、内側に形成されていてもよい。フォトディテクタ 4 8 は受光面 4 8 A が誘電体チップ 2 0 の端面 2 0 A と反対側を向くように端面 2 0 A 上にセラミック基板 4 6 を介して固定されている。

【 0 0 5 3 】この実施形態では、漏洩ビーム L B を集束させるためのレンズが用いられていない。しかし、一般

にフォトディテクタ 4 8 の受光面 4 8 A は例えば数百 μ m の直径を有しているので、Y 部 3 0 (図 2 及び図 3 参照) と誘電体チップ 2 0 の端面 2 0 A との相対的な位置関係を調整して漏洩ビーム L B の開口 (放射の立体角) を小さくすることによって、漏洩ビーム L B の大部分をフォトディテクタ 4 8 で受けることができる。

【 0 0 5 4 】また、フォトディテクタ 4 8 は受光面 4 8 A が誘電体チップ 2 0 の端面 2 0 A と反対側を向くように設けられているので、フォトディテクタ 4 8 及びセラミック基板 4 6 を誘電体チップ 2 0 に固着するに際して端面 2 0 A の傷等を考慮する必要がないので、製造歩留りが向上する。

【 0 0 5 5 】この実施形態では、出力ビーム O B を集束させるためのレンズがハウジング 6 の内部に設けられていないので、そのレンズは図 1 のファイバアセンブリ 1 0 内に設けることができる。

【 0 0 5 6 】図 1 0 を参照すると、本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 4 実施形態が示されている。窓部材 4 0 は第 1 及び第 2 実施形態におけるものと同じである。

【 0 0 5 7 】漏洩ビーム L B の一部又は全部を反射させるために、開口 6 A に沿ってパッケージ 6 の内面にリング部材 8 2 が固着されている。リング部材 8 2 は概略円錐形の一部をなす反射面 8 2 A を誘電体チップ 2 0 の側に有している。

【 0 0 5 8 】出力ビーム O B はリング部材 8 2 の内側を通過して窓部材 4 0 を透過し、漏洩ビーム L B の一部又は全部は反射面 8 2 A で反射してフォトディテクタ 4 8 の受光面 4 8 A に入射する。フォトディテクタ 4 8 の配置形態は第 3 実施形態と同じである。

【 0 0 5 9 】この実施形態によっても誘電体チップ 2 0 の端面 2 0 A と反対側を向く受光面 4 8 A により漏洩ビーム L B の一部又は全部を受けられるので、製造歩留りが向上する。また、リング部材 8 2 は金属に対する通常の加工方法により高精度に作製することができ、リング部材 8 2 のパッケージ 6 への固着も容易に行なうことができるので、このモジュールの製造は極めて容易である。

【 0 0 6 0 】反射面 8 2 A はリング部材 8 2 の表面の研磨によって得ることもできるが、全反射膜の蒸着によって得てもよい。図 1 1 を参照すると、本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 5 実施形態が示されている。ここでは、パッケージの開口 6 A には、上部がパッケージ 6 の内部に傾斜した窓部材 8 4 が設けられている。

【 0 0 6 1 】窓部材 8 4 には特定の偏光面を有するビームを反射させるための光学膜 8 6 が積層されている。光学膜 8 6 は図示された例では窓部材 8 4 の内側に積層されているが、外側に積層されていてもよい。

【 0 0 6 2 】一般に、誘電体チップ 2 0 の上面に電極 3 6 及び 3 8 (図 2 参照) を形成して、光導波構造 2 2 に

図 1 1 の上下方向に電界を印加する場合、出力ビーム O B 及び漏洩ビーム L B の各々は、図 1 1 の紙面に平行な偏光面を有する T M 偏光となっている。

【 0 0 6 3 】 この実施形態では、漏洩ビーム L B だけを紙面に垂直な偏光面を有する T E 偏光に変換するために、誘電体チップ 2 0 の端面 2 0 A 上に 1 / 2 波長板 8 8 を固着している。

【 0 0 6 4 】 そして、光学膜 8 6 は T M 偏光を透過させ、T E 偏光を反射させる特性を有している。従って、出力ビーム O B は光学膜 8 6 及び窓部材 8 4 を透過し、漏洩ビーム L B は光学膜 8 6 で反射する。反射した漏洩ビーム L B の一部又は全部はフォトディテクタ 4 8 の受光面 4 8 A に入射する。

【 0 0 6 5 】 フォトディテクタ 4 8 は、受光面 4 8 A が誘電体チップ 2 0 の端面 2 0 A と反対側を向くようにセラミック基板 4 6 を介して端面 2 0 A に固定されている。この実施形態においても、フォトディテクタ 4 8 の受光面 4 8 A が誘電体チップ 2 0 の端面 2 0 A と反対側を向くようにされているので、製造歩留りが向上する。

【 0 0 6 6 】 図 1 2 を参照すると、本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 6 実施形態が示されている。ここでは、漏洩ビーム L B のビームパラメータを変換する手段は、出力ビーム O B 及び漏洩ビーム L B のいずれか一方の偏光面を 9 0 ° 回転させる旋光手段と、漏洩ビーム L B の光路を出力ビーム O B の光路から分離するための複屈折結晶 9 2 とを含む。

【 0 0 6 7 】 具体的には、旋光手段は誘電体チップ 2 0 の端面 2 0 A に固着される 1 / 2 波長板 9 0 からなり、複屈折結晶 9 2 は、1 / 2 波長板 9 0 を通過した漏洩ビーム L B が常光線及び異常光線のいずれか一方になるように配置される。

【 0 0 6 8 】 この実施形態では、複屈折結晶 9 2 の材質はルチルであり、漏洩ビーム L B は 1 / 2 波長板 9 0 により T E 偏光に変換され、複屈折結晶 9 2 において異常光線として出力ビーム O B から下方向に分離される。この実施形態によると、出力ビーム O B と漏洩ビーム L B との間の距離を拡大することができるので、容易に漏洩ビーム L B のモニタリングを行なうことができる。

【 0 0 6 9 】 各ビームの偏光方向等の適切な設定によって出力ビーム O B と漏洩ビーム L B とが水平方向に分離されるようにしてもよい。

【 0 0 7 0 】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明によると、漏洩ビームによる光パワーのモニタリングを可能にする製造性に優れた光変調器モジュールの提供が可能になるという効果が生じる。

【 0 0 7 1 】 また、本発明の特定の実施形態によると、漏洩ビームのモニタリングにより光変調器の動作点の安定化が可能になるという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明が適用される光変調器モジュールの外観を示す平面図である。

【図 2】 図 1 のモジュールに内蔵される変調器チップの平面図である。

【図 3】 漏洩ビームを説明するための変調器チップの破断斜視図である。

【図 4】 本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 1 実施形態を示す光変調器モジュールの部分断面図である。

【図 5】 動作点ドリフトの説明図である。

【図 6】 変調器チップの動作特性を示す図である。

【図 7】 本発明の光変調器モジュールが適用される光送信機のブロック図である。

【図 8】 本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 2 実施形態を示す光変調器モジュールの部分断面図である。

【図 9】 本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 3 実施形態を示す光変調器モジュールの部分断面図である。

【図 1 0】 本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 4 実施形態を示す光変調器モジュールの部分断面図である。

【図 1 1】 本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 5 実施形態を示す光変調器モジュールの部分断面図である。

【図 1 2】 本発明による漏洩ビームのモニタリングの第 6 実施形態を示す光変調器モジュールの主要部の部分斜視図である。

【符号の説明】

2 入力ポート

4 出力ポート

6 パッケージ

1 2, 1 4, 1 6 コネクタ

2 0 誘電体チップ

2 2 光導波構造

2 8 第 1 Y 部

3 0 第 2 Y 部

3 2 第 1 パス

3 4 第 2 パス

3 6 信号電極

3 8 接地電極

4 2 コモンレンズ

7 4 アレイレンズ

8 2 リング部材

8 8, 9 0 1 / 2 波長板

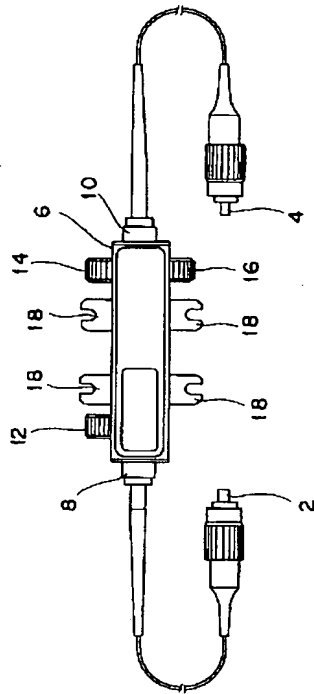
9 2 複屈折結晶

O B 出力ビーム

L B 漏洩ビーム

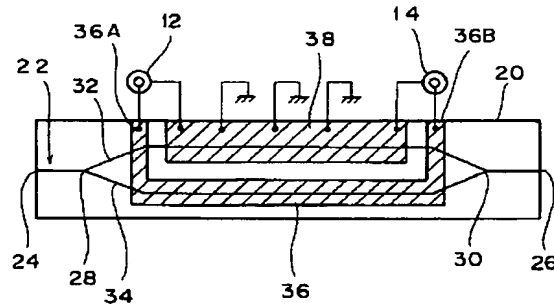
【図 1】

光変調器モジュールの外観を示す平面図



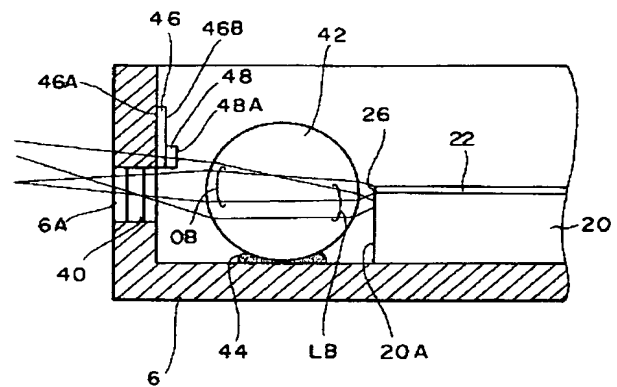
【図 2】

変調器チップの平面図



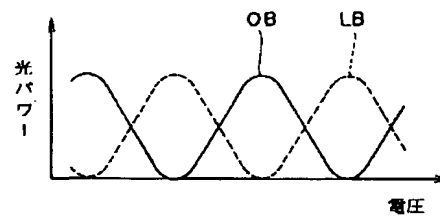
【図 4】

第 1 実施形態を示す部分断面図



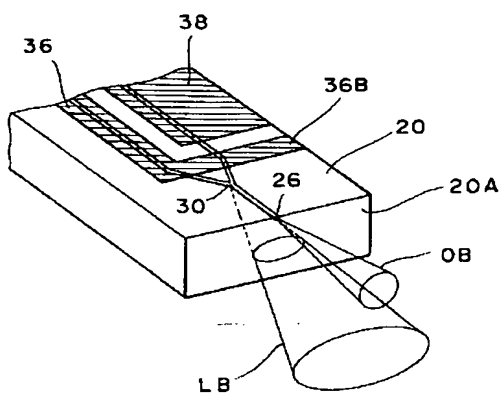
【図 6】

動作特性を示す図



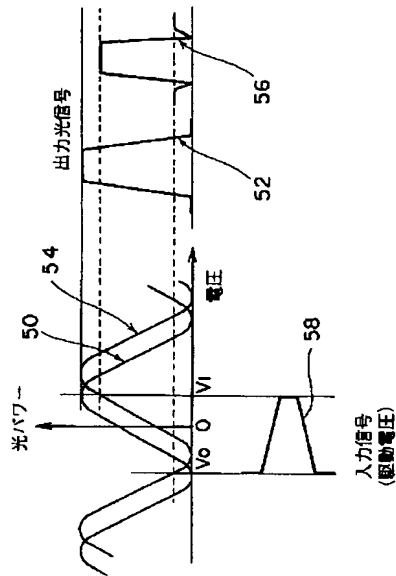
【図 3】

漏洩ビームの説明図



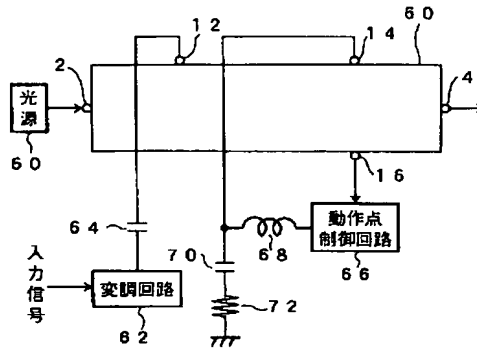
【図 5】

動作点ドリフトの説明図



【図 7】

光送信機のブロック図

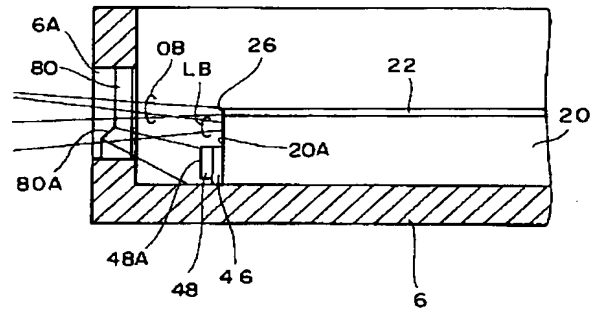
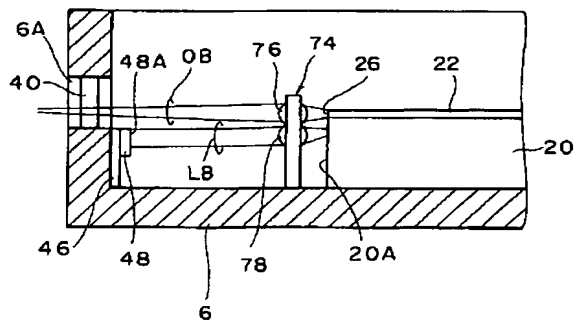


【図 9】

第 3 実施形態を示す部分断面図

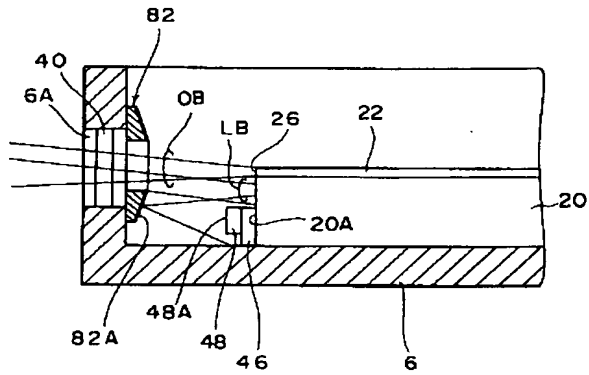
【図 8】

第 2 実施形態を示す部分断面図



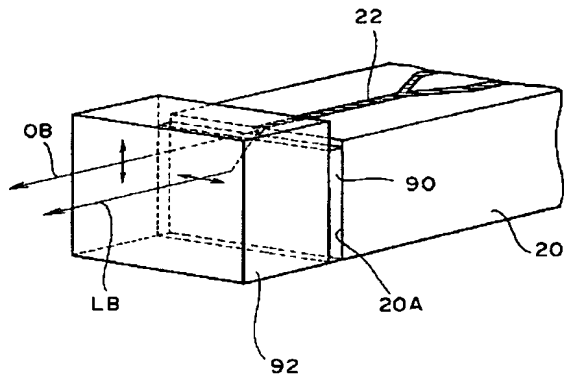
【図 10】

第 4 実施形態を示す部分断面図



【図 12】

第 6 実施形態を示す主要部の部分斜視図



フロントページの続き

(72)発明者 大谷 俊博
 北海道札幌市中央区北一条西 2 丁目 1 番地
 富士通北海道デジタル・テクノロジー株
 式会社内

(72)発明者 久保田 嘉伸
 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
 1 号 富士通株式会社内
 (72)発明者 大森 康弘
 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
 1 号 富士通株式会社内